

東京都心部における安全街区の構築に関する研究 (その 2)

正会員 杉浦 隆之 *1 正会員 増田 幸宏 *3
同 渡辺 一博 *1 正会員 高橋 信之 *4
同 梶川 彩乃 *2 名誉会員 尾島 俊雄 *5

業務継続計画 安全街区 首都直下地震

1 はじめに

前報では東京都心部における事業継続計画を立てる必要のある地域を行政機能、産業規模、緊急整備地域の観点から選定し、事業継続計画の遂行を支援すること目的とした安全街区の具体的提案を行った。本報では首都直下地震を想定し、安全街区の評価を行う。

2 安全街区の評価

2.1 評価手法の提案

本研究において提案した安全街区の有無で、既存研究を参考にし被害想定を行う。被害想定的手法として中央防災会議首都直下地震専門調査会が想定した東京湾北部直下地震の地震概要を用いて同程度の地震を設定し、大丸有地域の被害を算出する。

被害想定手法として、建物被害、インフラ被害、営業停止損害の項目に分けそれぞれの被害率を算出し、各建物ごとにそれぞれの要素の被害率から事業継続の停止確率を求め、これによって受ける被害を算定する。そして大丸有地域の全ての建物においてこの計算を行うことで、企業が受ける被害額を算出する。

震源位置など、中央防災会議が公表していないデータに関しては中央防災会議の発表資料より推定し設定した。建物毎に地震の被害を計算し、資産価値に応じて被害額を求め、企業が受ける合計被害額を安全街区の提案前後で評価する。距離減衰式としては司・翠川(1999)等を使用した。

建物・インフラの状態をCASE1、2、3と設定する。CASE2、3において本来インフラが100%供給可能である事は実際には難しい面があるが今回提案するライフスポットの強度次第では震度7以上に耐えられるものが可能と考え(原子力発電所レベルの耐震性)またこのライフスポットは今後構築するものであるため100%と設定した。(表1)

翠川(1999) 距離減衰式

$$\text{Log } P G V_{b 600} = 0.58 M w + 0.0038 D + d - 1.29 - \text{Log} (X + 0.0028 * 10^{0.50 M w}) - 0.002 \cdot X$$

Log P G V_{b 600}: S波速度 600m/s 相当硬質地盤上における最大速度 (kine)
Mw: モーメントマグニチュード
D: 震源深さ (10km)
d: 地震のタイプ別係数 (-0.02) * プレート間地震... プレート境界地震
X: 断層最短距離

翠川(1994) 各微地形区分に応じた平均S波速度推定式

$$\text{Log } A V S = a + b * \text{Log} H + c * \text{Log} D \pm$$

AVS: 地表から地下30mまでのS波速度 (m/s)

a, b, c: 係数 標準偏差

H: 標高 (m) D: 主要河川からの距離 (km)

松岡・翠川1994による表層地盤の速度増幅度算定式

$$\text{Log } A R V = 1.83 - 0.66 \text{Log } A V S$$

ARV: 基準地盤上面に対する地表の速度増幅度

$$P G V = P G V_{b 600} \times A R V$$

PGV: 地表面最大速度 (kine)

表1 被害想定で検討するケースの概要

	CASE	CASE2/安全街区	CASE3/安全街区
建物	現状	CASE1と同じ	1981年までの建物は建替する。すべて強度を1.5倍にする。
インフラ	現状	100%供給可能	100%供給可能

2.2 首都直下地震時の建物被害の算出

2.2.1 建物被害

建物の被害の算出方法の検討としては、ロス関数(山崎2000)で得られた全半壊率(全壊率+半壊率)の結果に、東京都被害想定で使用された宮城県沖地震からの全壊・半壊・一部壊の比を適用した。本来は全壊率、半壊率等を用いるべきであるが、信頼性の高い調査データがなかったため、全半壊率の方を使用した。被害額に関しては、各建物被害率(図1,2)に、建物資産額と損失割合を掛け被害額を算出した(表2)。建物と設備の被害額は図3のようになった。CASE1とCASE2に関しては、建物に関しては同じであるため、同様の結果となった。また、CASE3では建物被害と建物被害額は54%減少した。

表2 被害割合の設定(詳細)

分類	種類	復旧額計算対象被害量	使用する原単位*
建物	建物(オフィスビル等)	全壊棟数+半壊棟数*0.5+一部損壊棟数+0.25	新規建物1棟あたり工事必要単価
		全壊棟数+半壊棟数+一部損壊棟数+0.25	償却資産額

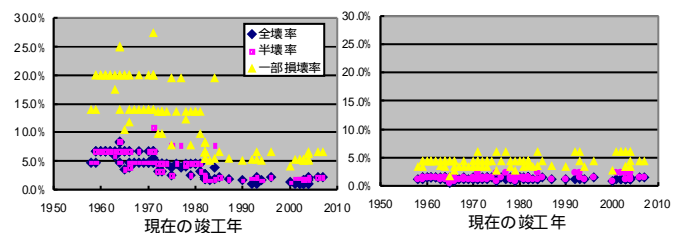


図1 CASE1,2の建物被害率

図2 CASE3の建物被害率

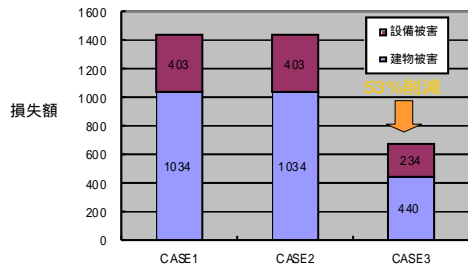


図3 建物被害額

2.2.2 インフラ被害 (CASE 1 の場合)

インフラ被害率は東京都想定での被害率にPGV(地表面最大速度)の大きさを考慮して設定したものをインフラのロス関数として用いることとする。但し、各インフラにおいて、大丸有の地域特性を考慮して、それに応じた割合で被害率を軽減した。上水道と下水道とガス管に関しては中央防災会議資料のPGVによる上水道の破断率の比を用いて、電力と通信に関しては東京都の被害想定での電力線(地中ケーブル)の断線率の比を用いることとする。また、PGVが小さい場合に関しては復旧日数を短く設定した。(表3)また建物設備の種類によってA、Bに分け業務継続に必要なインフラを選定した(表4、図4,5)。

表3 設備タイプの内容

タイプA	電気空調(電気地冷)
タイプB	ガス空調(電気地冷)もしくは不明の建物

表4 事業継続必要供給項目

	上水道	下水道	電力	ガス	通信
タイプA				-	
タイプB					

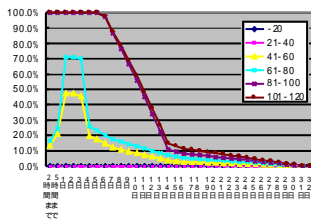


図4 建物タイプAの全インフラ被害率

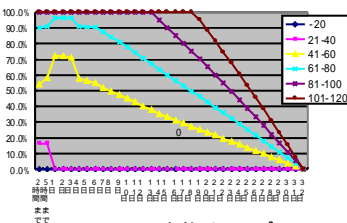


図5 建物タイプBの全インフラ被害率

2.3 営業停止被害

間接被害の試算方法は本来は大丸有のみの被害値を求めるのは難しい。そこで統計データを元に、大丸有の経済規模の値を数値化して捉え、最低限の被害を試算する方法を提案する。今回の試算では、企業がお互いに相手に与える影響は捉えない。また、大丸有にある本社が営業を停止すると全国規模、世界規模でその損害が拡大されることが考えられるが、正確な根拠がないため考慮しないとする。大丸有地域地域の営業停止被害による損失を調べるため、大丸有地域に本社企業が集積するという特性を活かし、大丸有に拠点を置く企業を調査する。会社四季報より大丸有地域に本社を置く企業のデータを調査し、一年当たりの売上高と従業員数を集計し、従業員1人あたりの売上高を算出

*1 早稲田大学大学院修士課程 *2 早稲田大学大学院修士課程(当時) *3 早稲田大学理工学総合研究センター講師・博士(工学) *4 早稲田大学理工学総合研究センター教授・工博 *5 早稲田大学理工学部建築学科教授・工博

し大丸有の就業者数との積を求める。これまでに求めた建物被害率、インフラ被害率、建物面積と単位面積当たりの一日の売上高を使って、建物あたりの経済被害を計算する。

建物あたりの経済被害(円/日)

$$= (\text{建物またはインフラが使えない確率}) \times \text{建物の売上高(円/日)}$$

$$= \{1 - (1 - \text{建物被害率}) \times (1 - \text{インフラ被害率})\} \times \text{建物述べ床面積(m}^2) \times \text{単位面積当たりの売上高(円/m}^2)$$

*建物被害率 = 全壊率 + 半壊率

*インフラ被害率 = どれかのインフラが使えない確率

これによって最初の3日間の試算を行なう。3日間は一般的に非常時とみなされる日数であり指標として重要であるため算出した(図6)。営業停止被害は、建物被害に比べて非常に大きく、CASE 2、3では共に安全街区によって大きく減少することがわかり、いざ地震が起こった場合に安全街区は非常に効果があることが分る。

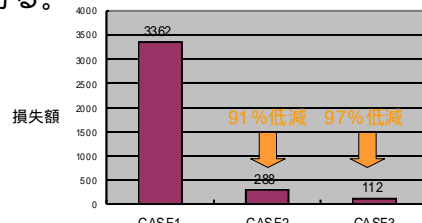


図6 営業停止被害(3日間)

3 まとめ

地震の被害想定を利用してある地域における企業が受ける被害額の算定手法を提案した。安全街区の提案前後で、大丸有地域において東京湾北部地震が起きたときの被害額を計算し安全街区の評価を行った。企業が受ける被害は、3日間の場合、インフラ保障のみのCASE 2では64%、建物の耐震性を高めるCASE 3では84%軽減できることを示した。(図7)

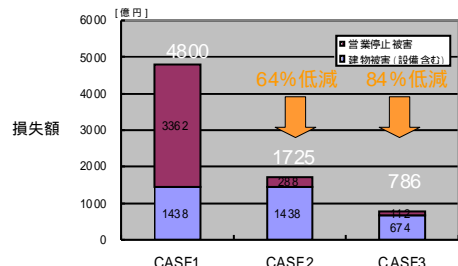


図7 被害額合計(3日間)

[参考文献]

- 1) 中央防災会議首都直下地震専門調査会「首都直下地震対策専門調査会報告」2005年7月
- 2) 司宏俊 翠川三郎「断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式」日本建築学会構造系論文集 第523号 1999年
- 3) 東洋経済新報社「会社四季報2005(CD-ROM)」2004年
- 4) 東洋経済新報社「会社四季報未上場会社2005(CD-ROM)」2004年
- 5) 財団法人 建設物価調査会 総合研究所「ジャパン・ビルディング・コスト・インフォメーション」BCI2005」2005年
- 6) 中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」第11回資料

*1Graduate School,Waseda Univ. *2Graduate School,Waseda Univ.M.Eng. *3Lecturer,Rise,Waseda Univ.,Ph.D. *4Prof., Rise,Waseda Univ. Dr.Eng *5Prof.,Waseda Univ.,Dr.Eng